

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2001年5月17日 (17.05.2001)

PCT

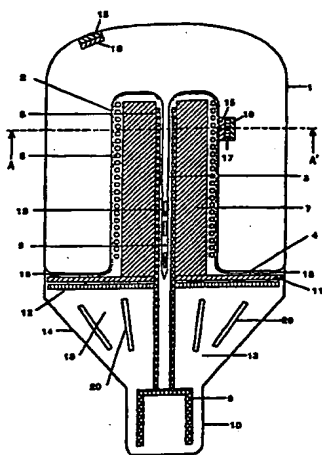
(10) 国際公開番号
WO 01/35446 A1

- (51) 国際特許分類⁷: H01J 65/04, H05B 41/24 (72) 発明者: チャンドラー ロバート (CHANDLER, Robert); 02173 マサチューセッツ州 レキシントンタフトアヴェニュー 53 Massachusetts (US). ポポフ オレグ (POPOV, Oleg); 02194 マサチューセッツ州 ニーダムローズマリーストリート 259 Massachusetts (US). シャピロ エドワード ケイ. (SHAPIRO, Edward K.); 02173 マサチューセッツ州 レキシントン マーシャルロード 11 Massachusetts (US). マヤ ジェイコブ (MAYA, Jakob); 02146 マサチューセッツ州 ブルックライン マーシャルストリート 25 Massachusetts (US).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP00/07858
- (22) 国際出願日: 2000年11月8日 (08.11.2000)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ: 1999年11月9日 (09.11.1999) US 09/435,960 (74) 代理人: 山本秀策 (YAMAMOTO, Shusaku); 〒540-6015 大阪府大阪市中央区城見一丁目2番27号 クリスタルタワー15階 Osaka (JP).
- (71) 出願人: 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒571-8501 大阪府門真市大字門真1006番地 Osaka (JP). (81) 指定国 (国内): CA, CN, ID, JP.

[続葉有]

(54) Title: ELECTRODELESS LAMP

(54) 発明の名称: 無電極ランプ



(57) Abstract: An electrodeless lamp comprising an envelope (1) filled with a discharge gas, a magnetic core (7), an induction coil (6) wound around the magnetic core (7), a drive circuit for driving the electrodeless lamp by supplying current to the induction coil (6), a socket (10) for receiving power supplied to the lamp, and heat conducting means (8, 9) thermally connected to the magnetic core (7) and the socket (10), for conducting heat generated in the magnetic core (7) to the socket (10).

(57) 要約:

無電極ランプは、放電ガスを充填したエンベロープ (1) と、磁心 (7) と、磁心 (7) に巻き付けられている誘導コイル (6) と、誘導コイル (6) に電流を供給することにより無電極ランプを駆動する駆動回路と、無電極ランプに供給される電力を受け取るためのソケット (10) と、磁心 (7) とソケット (10) とに熱的に結合され、磁心 (7) に発生した熱をソケット (10) へ伝導する熱伝導手段 (8、9) とを備えている。

WO 01/35446 A1



(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

明 細 書

無電極ランプ

5 技術分野

本発明は、電気ランプに関し、特に、20 kHz から 1 MHz までの周波数で動作する無電極ランプに関する。

背景技術

10 近年、屋内、屋外、工業、および商業における応用分野の市場に無電極ランプが進出してきている。無電極ランプの利点は、従来の蛍光ランプの寿命を制限する要因である内部電極および加熱フィラメントが不要であることである。そのため、無電極蛍光ランプの寿命は、従来の蛍光ランプの寿命よりもはるかに長く、100,000 時間に達し得る。

15 General Electric Corp. によって市場に進出した無電極蛍光ランプ（「Genura」）は、2.65 MHz の周波数で動作し、屋内の一般照明に用いられている。このランプは、R30 白熱灯の代替物であり、23 W の総電力で1,100ルーメンの光出力を有する。Genura ランプの寿命である15,000 時間は、白熱灯の寿命よりもはるかに長い。Genura
20 ランプの不利な点は、電磁干渉を防止する必要性と2.65 MHz で動作する回路の費用とにより、初期費用が高いことである。無電極蛍光ランプが100 kHz という低い周波数で動作する場合、これらの不利な点は両方とも軽減される。

Popovらの米国特許出願第09/083,820号およびChamberlainらの米国特許出願第09/303,951号（本出願の基礎となる出願
25 と同一の譲受人に譲渡されている）において、50 kHz から500 kHz という低い周波数で動作する無電極蛍光ランプが開示された。これらのランプは、M

n Z n 材料から形成されたフェライト磁心、リッツ線、および凹部キャビティ壁およびフェライト磁心から熱を除去し、熱をランプ取付具方向に向けるアルミニウム冷却構造を利用していた。アルミニウム冷却構造は、フェライト磁心内のアルミニウムシリンダと、ランプ取付具に溶接されたアルミニウムベースとを含む。

5 このアプローチおよび構成は、フェライト磁心の温度をキュリー点より低く維持するために非常に有効であることが判明した。

しかし、多くのランプの用途（例えば、従来の白熱灯の代替物）において、大きくて重い金属（アルミニウムまたは銅）のベースは、大きいサイズおよび重量のために不適切である。さらに、白熱灯の代替物は、ベースに連結されるべきエジソンソケットを用いることを必要とする。ここでも、ランプベースの直径は、

10 60 mmである白熱電球の直径よりも大きくするべきではない。

フェライト磁心が金属ベースに近接していると、磁界が金属ベースに干渉し、その結果、コイル／フェライト磁心電力損失が増加する。実際、コイルによって発生する磁界は、金属ベース内に渦電流を誘発し、それにより、電力損失が起こり、かつ、コイル／構造のQ値が減少する。その結果、ランプ電力効率が減少し、

15 従って効率が減少する。

ランプ駆動回路およびランプ整合回路をランプベース内に組み込んで、これらをエジソンソケットに連結することの必要性により、冷却の問題はさらに複雑になる。実際、ランプベース内の温度は、駆動回路の部品の信頼性を提供するためには、約100℃を超えるべきではない。より高い温度に耐え得る部品を用いると、駆動回路のコストが高くなり、従ってランプの価格が上昇する。

20

発明の開示

本発明は、放電ガス（例えば、不活性ガスと水銀蒸気との混合物）が充たされたガラス製エンベロープを含む無電極蛍光ランプを含む。フェライト磁心およびリッツ線で形成された誘導コイルとが凹部キャビティ内に位置している。冷却構

25

造は、キャビティ内部に設けられた金属（アルミニウム、銅）管と、高い熱伝導率を有する材料によってエジソンソケットに熱的に接続されたセラミック製シリンドラとを含む。

5 本発明の目的は、フェライト磁心の温度を、キュリー点より低い温度に維持する冷却構造を提供することである。

本発明の別の目的は、駆動回路および整合回路が設けられたランプベース内部に、 $T < 100^{\circ}\text{C}$ という低い温度を提供することである。

本発明のさらなる目的は、冷却構造内およびランプベース内での低い電力損失を提供し、それにより高いランプ電力効率および効率を提供することである。

10 本発明のさらなる目的は、 100kHz という低い周波数で高い Q 値を有するコイルを設計し、それにより低いコイル電力損失および高いランプ電力効率を提供することである。

本発明のさらなる目的は、システム全体のコストを低下させる、 100kHz で動作し得る無電極蛍光ランプを提供することである。

15

図面の簡単な説明

図1AおよびBは、本発明の実施の形態1の断面図であり、金属管および金属シリンドラを有する無電極小型蛍光ランプを示す。

図2AおよびBは、金属管8の上端の配置状態を示す図である。

20 図3A～Cは、磁性材料のディスクによる磁心7の周辺の磁界の変形を示す図である。

図4は、本発明の実施の形態2の断面図であり、金属管およびセラミック製「スカート」を有する無電極小型蛍光ランプを示す。

25 図5は、フェライト磁心、およびエンクロージャ内の駆動回路が設けられている領域の、立ち上がり温度を示すグラフである。

図6は、 101kHz 、 135kHz 、および 170kHz の3つの駆動周波

数における、総ランプ電力に対する、コイル／フェライト電力損失を示すグラフであり、冷却構造は図1 Aに示す通りである。

図7は、RF電力が23Wである場合の、図1 Aに示す冷却構造の駆動周波数に対する、ランプ電力効率および効率を示すグラフである。

5

発明を実施するための最良の形態

図1 Aを参照すると、ガラスから形成された球根状エンベロープ1が、凹部キャビティ2を有しており、キャビティ2内部には、軸上に（または軸から離れて）排気管3が設けられている。管3は、エンベロープ底面4から延びている。
10 封入不活性ガス（アルゴンまたはクリプトンなど）は、0.1 torr～5 torr（13.3 Pa～665 Pa）の圧力を有する。図1 Bは、図1 Aに示される無電極蛍光ランプのA-A'断面における断面図を示す。

水銀アマルガム（または水銀ディスプレイ）5が、管3内に位置し、エンベロープ内の水銀蒸気圧を制御する。複数の細線（リッツ線）から形成されたコイル6がフェライト磁心7の周りに巻回されている。フェライト磁心7はMnZn材料（Chamberlainらの米国特許出願第09/303,951号参照）から形成され、凹部キャビティ2内に設けられている。コイル6およびフェライト磁心7は、アルミニウムまたは銅などの、高い熱伝導率と低いRF電力損失（低い渦電流）とを有する金属で形成された冷却構造の補助により、キュリー点
15 より低い温度（＜220℃）に維持されている。冷却アセンブリは、フェライト磁心7内に位置する金属管8と、エジソンソケット10内に位置しエジソンソケット10の内径に近い外径を有するシリンダ9（円筒部）とを含む。
20

コイル／フェライトインダクタンスに対する金属管の影響を最小限に抑えるために、金属管の上端は、磁界が半径方向成分を有していないフェライト磁心内部に位置付けられた。金属管8の上端をこのように配置することによって、金属管8の上端が磁心7の上部から突き出るように配置した場合と比較して、コイル／
25

フェライトインダクタンスが向上する。なお、「上端」とはここで、エジソンソケット 10 から遠い側の端をいう。

図 2 A は、金属管 8 の上端がフェライト磁心 7 の上部から突き出ないように配置された状態（管 8 の上端がフェライト磁心 7 の中空部分の内部に配置されている状態）を示す。図 2 B は、金属管 8 の上端がフェライト磁心 7 の上部から距離 d だけ突き出るように配置された状態を示す。金属管 8 の上端が図 2 A に示されるように配置された場合、コイル／フェライトインダクタンス L_c は $387.4 \mu\text{H}$ であり、抵抗成分は 0.602Ω であり、 Q 値は 404.2 であった。一方、金属管 8 の上端が図 2 B に示されるように配置され、 $d = 5 \text{ mm}$ である場合、コイル／フェライトインダクタンス L_c は $384.3 \mu\text{H}$ であり、抵抗成分は 0.794Ω であり、 Q 値は 303.8 であった。このように、金属管 8 の上端がフェライト磁心 7 の上部から突き出ていると、コイル／フェライトインダクタンスが低下し、抵抗成分が増加する。このために、コイル電力損失が増大する。さらに、金属管 8 の上端がフェライト磁心 7 の上部から突き出ていると、その部分に発生する渦電流により金属管 8 が加熱され、高温になるので好ましくない。

なお、金属管 8 はフェライト磁心 7 に熱的に結合されている。ここで、「金属管 8 がフェライト磁心 7 に熱的に結合されている」とは、金属管 8 とフェライト磁心 7 とが、それらの間で熱が伝達され得る状態で配置されることを意味し、金属管 8 とフェライト磁心 7 とが接触状態にあることに限定されない。本明細書中の「熱的に結合している」という表現は、すべて同様の意味で用いられる。

金属管 8 およびシリンダ 9 は互いに溶接されているか、または単一部材から形成されている。すなわち、金属管 8 の一端はシリンダ 9 に熱的に結合されている。

また、シリンダ 9 もエジソンソケット 10 に熱的に結合されている。従って、フェライト磁心 7 およびキャビティ壁 2 からの熱は金属管 8 を介してシリンダ 9 に伝導され、次いでエジソンソケット 10 に捨てられる。

このように、金属管 8 およびシリンダ 9 は、フェライト磁心 7 に発生した熱を

エジソンソケット 10 へ伝導する熱伝導手段として機能する。無電極蛍光ランプの使用中は、エジソンソケット 10 は無電極蛍光ランプに供給される電力を受け取るために無電極蛍光ランプの外部の配線と接続されているので、エジソンソケット 10 に捨てられた熱は、無電極蛍光ランプの外部に伝導される。

- 5 シリンダ 9 は、エジソンソケット 10 のねじと結合可能なねじを有しており、シリンダ 9 とエジソンソケット 10 とがねじによって結合されてもよい。

なお、図 2 A に示されるように管 8 の上端をフェライト磁心 7 の中空部分の内部に配置することによってコイル／フェライトインダクタンスが向上するという効果が得られる熱伝導手段の構成は、図 1 A に示される熱伝導手段の構成に限定
10 されない。フェライト磁心 7 の熱を無電極蛍光ランプの外部に伝導するという機能を有する限り、熱伝導手段は任意の構成を有し得る。この場合でも、熱伝導手段の金属管の上端をフェライト磁心 7 の中空部分の内部に配置することによって、金属管の上端がフェライト磁心 7 の上部から突き出るように配置した場合と比較してコイル／フェライトインダクタンスが向上するという効果が得られる。

- 15 金属管 8 に代えて、セラミック材料から形成される管を使用してもよい。管 8 およびシリンダ 9 を形成する材料は、高い熱伝導率と高い抵抗率とを有することが好ましい。フェライト磁心 7 に発生した熱を効果的にエジソンソケット 10 へ伝導し、また磁界によって管 8 およびシリンダ 9 に渦電流が発生することを抑制するためである。具体的には、管 8 およびシリンダ 9 を形成する材料は、 $20\text{ W} / \text{m} \cdot \text{K}$ 以上の熱伝導率と $2\ \Omega \cdot \text{m}$ 以上の抵抗率とを有することが好ましい。管
20 8 およびシリンダ 9 を形成する材料としては、銅およびアルミニウム等の金属、および／またはアルミナ、窒化アルミニウム、シリコンカーバイド等のセラミック材料が使用され得る。

- 25 フェライトプレート 11 は、コイル／フェライト実効透過率 μ_{eff} とコイル／フェライトインダクタンス L_e とを増加させ、その結果、コイル／フェライト Q 値 ($f = 100\text{ kHz}$ のとき $Q = 550$) が増加し、かつ、コイル／フェライト

電力損失 P_{loss} が減少する。その結果、ランプは高い電力効率 ($\eta = P_{pl} / P_{lamp} = (P_{lamp} - P_{loss}) / P_{lamp}$) を有し、高い効率を有する。

5 フェライトプレート 11 は磁性材料から形成されており、コイル 6 に流れる電流によって発生する磁界を変形する。フェライトプレート 11 は、フェライト磁心 7 を通過した磁束の少なくとも一部が、フェライトプレート 11 を通過するように配置されている。すなわち、フェライトプレート 11 はフェライト磁心 7 に磁氣的に結合している。

フェライトプレート 11 は、例えば、フェライト磁心 7 と同一の材料から形成されるディスクである。

10 図 3 A は、フェライトプレート 11 が存在しない場合に、コイル 6 に流れる電流によって発生するフェライト磁心 7 付近の磁界を模式的に示す。図 3 A に示されるように、フェライトプレート 11 が存在しない場合には、磁束 50 がシリンダ 9 を横切る (部分 901)。シリンダ 9 が、渦電流が発生し得る材料 (例えば、金属材料) から形成されている場合、磁束 50 がシリンダ 9 を横切ることによって、シリンダ 9 に渦電流が発生する。これによりコイル電力損失が発生し、ラン
15 プの効率が低下する。さらに、渦電流が発生した部分のシリンダ 9 は加熱され、温度が上昇する。シリンダ 9 の温度が上昇すると、領域 13 に配置される駆動回路および整合回路に悪影響を与えるだけでなく、フェライト磁心 7 に発生した熱をエジソンソケット 10 へ伝導するという、管 8 およびシリンダ 9 の熱伝導手段としての機能が弱まる。
20

図 3 B は、フェライトプレート 11 をフェライト磁心 7 の底部に配置した場合に、磁界が変形することを示す。図 3 B を図 3 A と比較すると、フェライトプレート 11 を設けたことによって、磁界の空間的な広がり小さくなり、エンベロ
25 ープ 1 の外側の磁束が少なくなる。このため、シリンダ 9 を横切る磁束線が少なくなる。シリンダ 9 における渦電流の発生が抑制されるので、渦電流によってシリンダ 9 が高温になることがない。なお、図 3 A に示される金属管 8 の部分 902 にも、渦電流は発生し得る。フェライトプレート 11 を図 3 B に示されるよう

にフェライト磁心7の底部に配置した場合には、金属管8の部分902に渦電流が発生して高温になることを抑制できる。

このように、フェライトプレート11は、コイル6に流れる電流によって発生する磁界によって金属管8およびシリンダ9（すなわち、熱伝導手段）に発生する熱的影響を低減する低減手段として機能する。なお、熱伝導手段の構成は、図1Aに示される熱伝導手段の構成に限定されない。熱伝導手段は、フェライト磁心7の熱を無電極蛍光ランプの外部に伝導するという機能を有する限り、任意の構成を有し得る。この場合でも、フェライトプレート11は、熱伝導手段に発生する熱的影響を低減する低減手段として機能し得る。

また、フェライトプレート11を設けることによって、金属管8およびシリンダ9に渦電流が発生することを防止できるので、金属管8およびシリンダ9を形成する材料として、抵抗率の低い材料をも使用し得る。金属管8およびシリンダ9に使用し得る材料の選択肢が広がることは、熱伝導率の高い材料を使用して熱伝導手段としての機能を高め得る点で好ましい。

フェライトプレート11はまた、金属管8およびシリンダ9の有無に関わらず、磁界を変形することによって無電極蛍光ランプの電力効率および効率を向上させる変形手段としても機能する。

図3Cは、熱伝導手段としての管8およびシリンダ9を含まず、フェライトプレート11を含む無電極蛍光ランプのフェライト磁心7付近の磁界を模式的に示す。フェライトプレート11を設けたことによって、エンベロープ1を通過する磁束が増加し、無電極蛍光ランプの電力効率および効率が向上する。

非金属材料から形成され低い熱伝導率を有する熱シールド12は、領域13をフェライト磁心7およびフェライトディスク11から熱的に絶縁する。ここで、「熱的に絶縁する」とは、熱の伝達を抑制することを意味する。熱シールド12としては、例えば、熱伝導率が約 $0.36 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ であるXydarが好適に用いられ得る。ここで、「Xydar」はAmoco Polymers, I

nc. の登録商標である。熱シールド 12 を形成する材料は、熱伝導率が $0.4 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ 以下であることが好ましい。

熱シールド 12 は、フェライト磁心 7 に発生した熱が駆動回路に伝わることを抑制する抑制手段として機能する。

- 5 領域 13 は、ランプ駆動回路と整合回路（図示せず）とを配置するために用いられ、 100°C より低い温度に維持されている。非金属材料（例えばプラスチック）から形成されたエンクロージャ 14 はランプ底面 4 とエジソンソケット 10 とに糊付けされている。保護用コーティング 15 および蛍光体コーティング 16 がエンベロープ 1 および凹部 2 の内面に施されている。反射コーティング 17
- 10 （アルミナなど）がエンベロープ 1 の底面 4 とキャビティ 2 の内面とに施されている。底面 4 とキャビティ壁 2 とを介した可視光損失を最小限に抑えるために、底面 4 の外面および壁 2 の外面に、反射コーティング 18 （アルミナなど）が施されている。アマルガム 5 を管 3 内に位置付けるために、数本のガラス棒 19 が用いられる。（ランプがアマルガムなしに動作する場合、ガラス棒は用いられな
- 15 い。）駆動回路および整合回路が設けられている領域 13 内の温度を低下させるために、数本のスリット 20 がエンクロージャ 14 内に形成された。

- 本発明の実施の形態 2 を、図 4 を参照して述べる。冷却構造は、アルミナ、銅またはアルミニウムなどの高い熱伝導率を有する材料から形成された管 8 と、高い熱伝導率を有する（酸化アルミニウムまたはアルミニウムカーバイドなどの）
- 20 セラミック製「スカート」 9 とを含む。冷却構造全体が単一のセラミック部材から形成されていてもよい。銅またはアルミニウムなどの高い熱伝導率を有する金属を用いることは、渦電流により引き起こされる大きい損失のために望ましくない。冷却構造中に大きな渦電流が発生しないためには、冷却構造を形成する材料の抵抗率が高いことが好ましい。冷却構造に用いられる材料の抵抗率は、銅の抵抗率以上（ $2 \Omega \cdot \text{m}$ 以上）であることが好ましい。また、フェライト磁心 7 の熱
- 25 を取り除くためには、冷却構造に用いられる材料の熱伝導率が高いことが好まし

い。冷却構造に用いられる材料の熱伝導率は、アルミナの熱伝導率以上（ $20\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上）であることが好ましい。

冷却構造は、フェライト磁心7に発生した熱を無電極蛍光ランプの外部に放出する熱伝導手段として機能する。

5 フェライト磁心7およびキャビティ壁2からの熱は、管8を介してセラミック9に伝導され、次いで対流により周囲の大気に排除される。低い熱伝導率を有する材料から形成された熱シールド12もまた、駆動回路領域13への熱の伝導を低減させることを補助し、この領域での温度を約 100°C よりも低い温度に維持する。

10 領域13内の電子部品の温度をさらに低下させるために、ハウジングユニット14にスリット20が追加されてもよい。しかし、これは、ランプの動作環境に依存して適宜追加されるべきものと考えられる。

なお、図4に示される実施の形態2においても、実施の形態1と同様に管8の上端はフェライト磁心7の中空部分の内部に配置されていることが好ましい。

15 また、実施の形態1および実施の形態2において、エンベロープ1の形状は図1Aおよび図4に示される形状に限定されない。例えば、エンベロープ1は凹部キャビティ2を有さない形状であってもよい。エンベロープ1を形成する材質はガラスに限定されず、例えばセラミック材料でもよい。エンベロープ1は、その少なくとも一部が透光性を有していればよい。

20 図5に、駆動回路周波数が 95 kHz でRF電力が 23 W である場合の、ランプ立ち上がり時間に対する、フェライト磁心7の温度 T_{ferr} と熱シールド12近傍の領域13内の温度 T_{base} とを示す。約35分間動作した後、両方の温度の上昇が止まることが理解される。フェライト磁心7の温度は約 175°C で安定し、これは 220°C というキュリー点よりもはるかに低い。周囲温度が 40°C であつても、フェライト温度は 220°C より低い。領域13の温度は約 85°C で安定し、従って、周囲温度が 40°C であっても、 T_{base} は 100°C よりも低い。

ランプは以下のように動作する。エンベロープ内に、エンベロープの直径および長さによって0.1から3.0 Torr (13.3 Pa ~ 399 Pa) の圧力でアルゴンガスが充たされる。エンベロープ内の水銀蒸気圧は、アマルガム5 (または水銀最冷点) の温度によって制御される。60 Hz のライン電圧 (100 V または 220 V) が領域13内に設けられた駆動回路に印加される。駆動回路によって高周波電圧が生成され、整合回路を介してコイル6に印加される。低いプラズマ密度を有する容量放電は、約150 ~ 約200 V のコイル電圧で開始される。

コイル電圧が、エンベロープ内で自己保持型誘導結合放電を維持するに十分高い大きさに達すると、明るい放電がエンベロープ内に現れ、これに伴ってコイル電流および電圧の両方が低下する。これがランプの動作開始である。コイル開始電圧および電流の大きさは、コイルの巻数、エンベロープ内のガス/水銀蒸気圧、およびエンベロープ形状によって決定される。

好適な実施の形態1および2において、エンベロープ1内の不活性ガス (アルゴン) の圧力は、約1 torr (約133 Pa) である。エンベロープの直径は60 mm であり、エンベロープの長さは62 mm である。誘導コイル6の巻数は60 であり、これが2層に巻回されている。ランプ開始電圧は1000 V rms である。誘導結合放電を維持するために必要なコイル電圧 V_m および電流 I_m は、RF 電力が上昇するにつれて低下する。60 の巻数を有するコイルの場合、典型的なコイル維持電圧 V_m は、15 W における480 V から40 W における350 V まで変化し、コイル電流 I_m は2.3 A (15 W) から1.6 A (40 W) まで変化した。

ランプ動作中のランプ電力効率_ラは、コイルおよびフェライト磁心の電力損失 P_{loss} に依存する。図6に、3つの周波数 (101 kHz、135 kHz、および170 kHz) における、ランプ電力 P_{lamp} に対する、図1A (実施の形態1) に示すランプ内で測定された電力損失をプロットする。電力損失は、コイル

電流 I_m について、しかしランプ内で RF 放電が起こっていない状態で測定された、ランプの進行波電力 P_f と反射波電力 P_{ref} との差異として検出される。

図 6 より、ランプ RF 電力が増加すると、コイル/フェライト電力損失 P_{loss} が減少することが理解される。例えば、周波数が 10.1 kHz である場合、電力損失は $P_{lamp} = 19.5 \text{ W}$ における 5.6 W から $P_{lamp} = 26 \text{ W}$ における 3.8 W まで減少する。駆動周波数の上昇は、より低いコイル/フェライト電力損失につながる。例えば、周波数が 170 kHz でランプ RF 電力が 23 W である場合、コイル/フェライト電力損失は 2.4 W である。より高い周波数での P_{loss} の減少は、より高いランプ電力効率 ($\eta = P_{pl} / P_{lamp}$) という結果になる。

図 7 に、図 1 A (実施の形態 1) に示され 23 W のランプ RF 電力で動作するランプの、駆動周波数 f に対する、ランプ電力効率 η およびランプ効率 (LPW) を示す。駆動周波数が $f = 10.1 \text{ kHz}$ から $f = 170 \text{ kHz}$ に増加すると、 η が 0.81 から 0.9 に上昇することが理解される。ランプ効率もまた駆動周波数と共に増加することが予想される。実際、図 7 に示すように、ランプ効率は、 $f = 10.1 \text{ kHz}$ における 65 LPW から $f = 170 \text{ kHz}$ における 73 LPW まで上昇する。

本発明による、 100 kHz という低い周波数で動作するランプの効率は、同一の RF 電力ではあるが 2.65 MHz というはるかに高い駆動周波数で動作する Genura 無電極蛍光ランプの効率よりも高いことをここで述べておく必要がある。

なお、本発明の適用は、無電極蛍光ランプに限定されない。例えば、本発明は、エンベロープ 1 (図 1 A および図 4) の内壁に蛍光体コーティング 16 が塗布されおらず、放電による光が直接エンベロープ 1 の外部に放出されるような無電極ランプにも、上述した動作原理と同様の原理に基づいて適用し得る。

本発明の精神および範囲を逸脱することなく本発明を変更または改変し得ることが明らかであり、本発明は添付の請求の範囲によってのみ限定される。

請求の範囲

1. 放電ガスを充填したエンベロープと、

磁心と、

5 前記磁心に巻き付けられている誘導コイルと、

前記誘導コイルに電流を供給することにより無電極ランプを駆動する駆動回路と、

前記無電極ランプに供給される電力を受け取るためのソケットと、

10 前記磁心と前記ソケットとに熱的に結合され、前記磁心に発生した熱を前記ソケットへ伝導する熱伝導手段と

を備えた無電極ランプ。

2. 前記エンベロープは、凹部キャビティを有しており、

15 前記磁心は前記凹部キャビティに隣接するように配置されている、請求の範囲第1項に記載の無電極ランプ。

3. 前記磁心は中空部分を有しており、

前記熱伝導手段は、管部と、前記管部に熱的に結合された円筒部とを含み、

20 前記管部の少なくとも一部は、前記中空部分の内部に配置されており、前記円筒部は前記ソケットに熱的に結合されている、請求の範囲第1項に記載の無電極ランプ。

4. 前記熱伝導手段は、 $20\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上の熱伝導率と $2\ \Omega\cdot\text{m}$ 以上の抵抗率とを有する材料から形成されている、請求の範囲第1項に記載の無電極ランプ。

25

5. 前記熱伝導手段は、金属材料およびセラミック材料の少なくとも1つから形

成されている、請求の範囲第1項に記載の無電極ランプ。

6. 前記金属材料は、銅およびアルミニウムの少なくとも1つを含む、請求の範囲第5項に記載の無電極ランプ。

5

7. 前記セラミック材料は、アルミナ、窒化アルミニウムおよびシリコンカーバイドの少なくとも1つを含む、請求の範囲第5項に記載の無電極ランプ。

8. 前記ソケットは第1のねじを有し、

10

前記円筒部は、前記第1のねじと結合可能な第2のねじを有する、請求の範囲第3項に記載の無電極ランプ。

9. 前記管部の一端は、前記円筒部に熱的に結合されており、前記管部の他端は、前記磁心の前記中空部分の内部に配置されている、請求の範囲第3項に記載の無電極ランプ。

15

10. 放電ガスを充填したエンベロープと、

磁心と、

前記磁心に巻き付けられている誘導コイルと、

20

前記誘導コイルに電流を供給することにより無電極ランプを駆動する駆動回路と、

前記磁心に発生した熱が前記駆動回路に伝わることを抑制する抑制手段とを備えた無電極ランプ。

25

11. 前記抑制手段は、 $0.4 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ 以下の熱伝導率を有する材料から形成されている、請求の範囲第10項に記載の無電極ランプ。

1 2. 放電ガスを充填したエンベロープと、

磁心と、

前記磁心に巻き付けられている誘導コイルと、

5 前記誘導コイルに電流を供給することにより無電極ランプを駆動する駆動回路と、

前記磁心に磁氣的に結合され、前記誘導コイルに流れる電流によって発生する磁界を、前記エンベロープを通過する磁束を増加させるように変形する変形手段と

10 を備えた無電極ランプ。

1 3. 前記変形手段は、前記磁心に磁氣的に結合された磁性材料のディスクを含む、請求の範囲第 1 2 項に記載の無電極ランプ。

15 1 4. 前記磁性材料は、前記磁心と同一材料である、請求の範囲第 1 3 項に記載の無電極ランプ。

1 5. 放電ガスを充填したエンベロープと、

磁心と、

20 前記磁心に巻き付けられている誘導コイルと、

前記誘導コイルに電流を供給することにより無電極ランプを駆動する駆動回路と、

前記磁心に熱的に結合され、前記磁心に発生した熱を前記無電極ランプの外部に伝導する熱伝導手段と、

25 前記磁心に磁氣的に結合され、前記誘導コイルに流れる電流によって発生する磁界によって前記熱伝導手段に発生する熱的影響を低減する低減手段と

を備えた、無電極ランプ。

16. 前記低減手段は、前記磁心に磁氣的に結合された磁性材料のディスクを含む、請求の範囲第15項に記載の無電極ランプ。

5

17. 前記磁性材料は、前記磁心と同一材料である、請求の範囲第16項に記載の無電極ランプ。

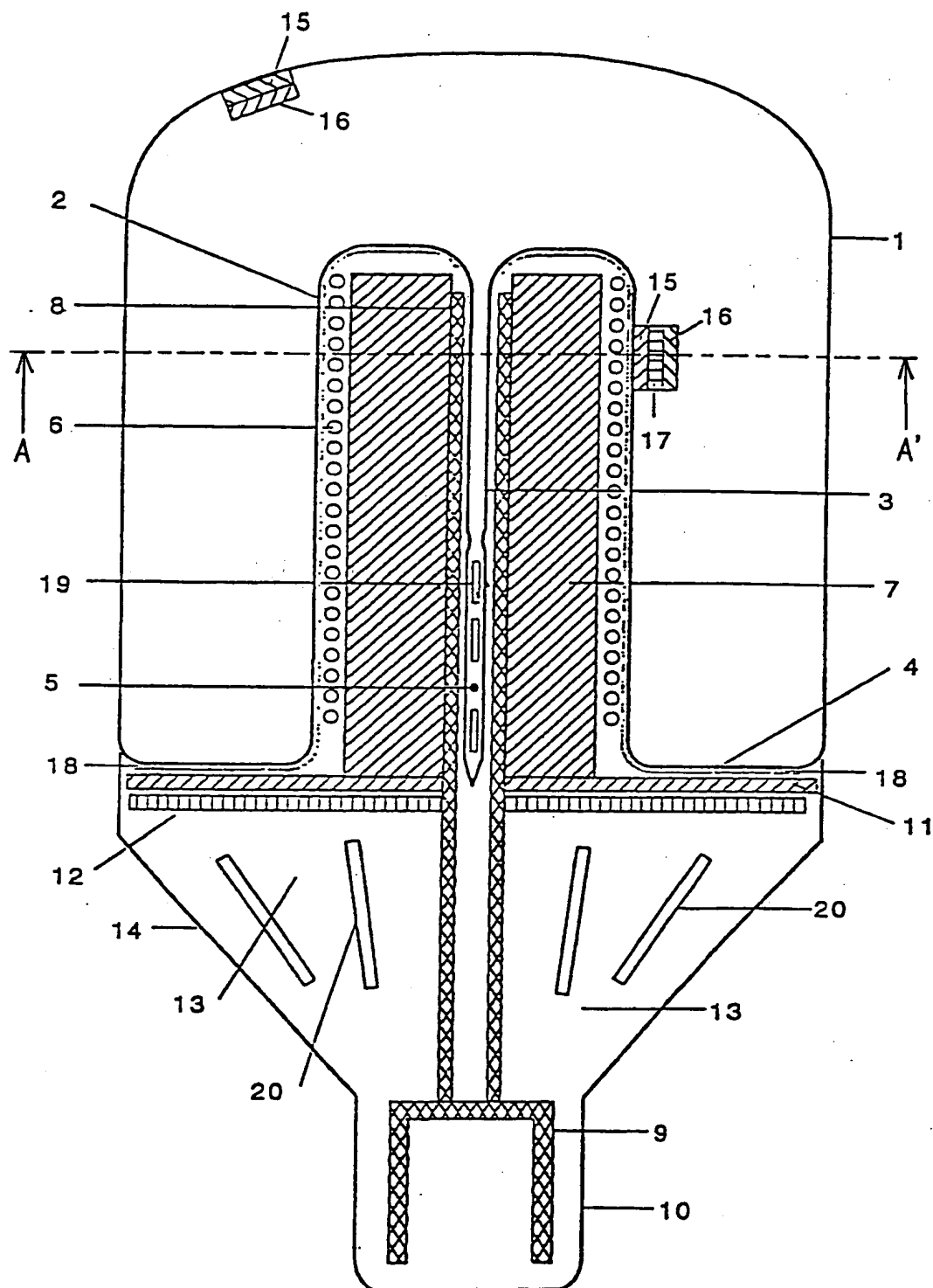
10

18. 放電ガスを充填したエンベロープと、
中空部分を有する磁心と、
前記磁心に巻き付けられている誘導コイルと、
前記誘導コイルに電流を供給することにより無電極ランプを駆動する駆動回路と、

15

前記磁心に熱的に結合され、前記磁心に発生した熱を前記無電極ランプの外部に伝導する熱伝導手段と
を備え、
前記熱伝導手段は、前記磁心に熱的に結合された管部を含み、
前記管部の一端は、前記中空部分の内部に配置されている、無電極ランプ。

1A



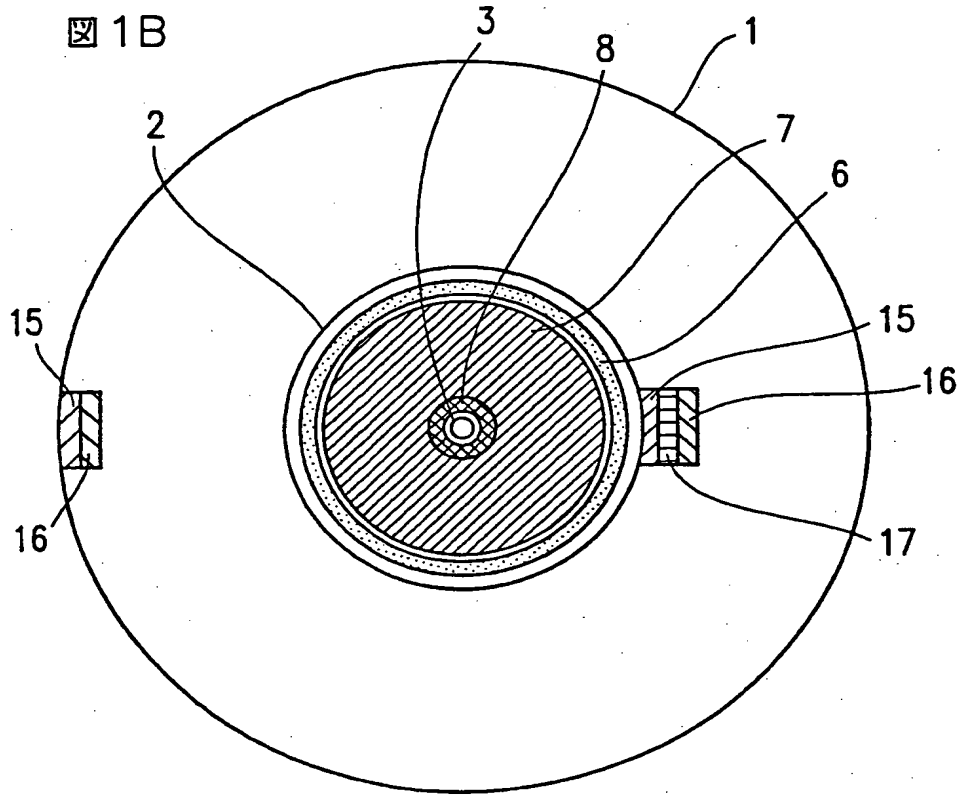


図 2A

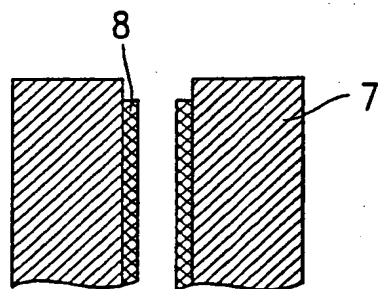
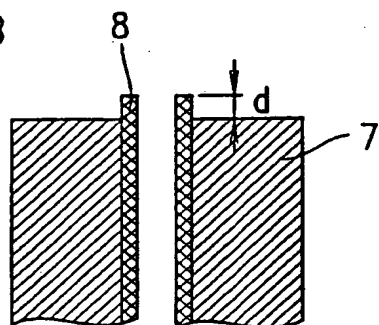
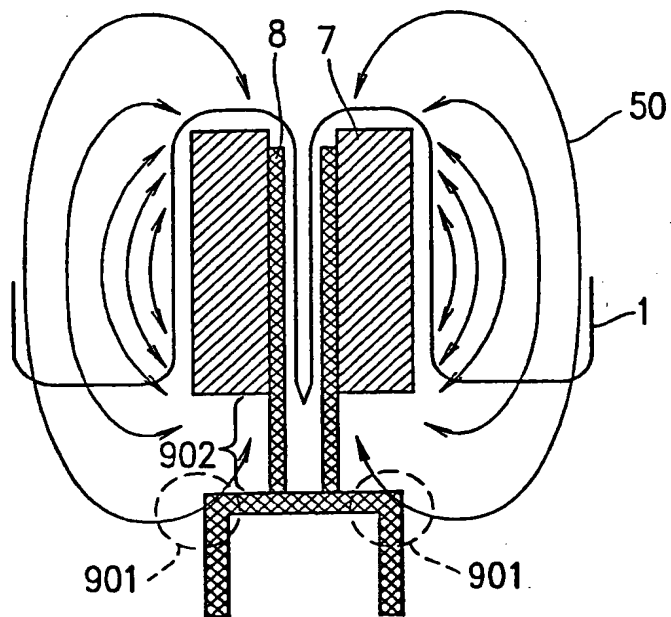


図 2B



3A



3B

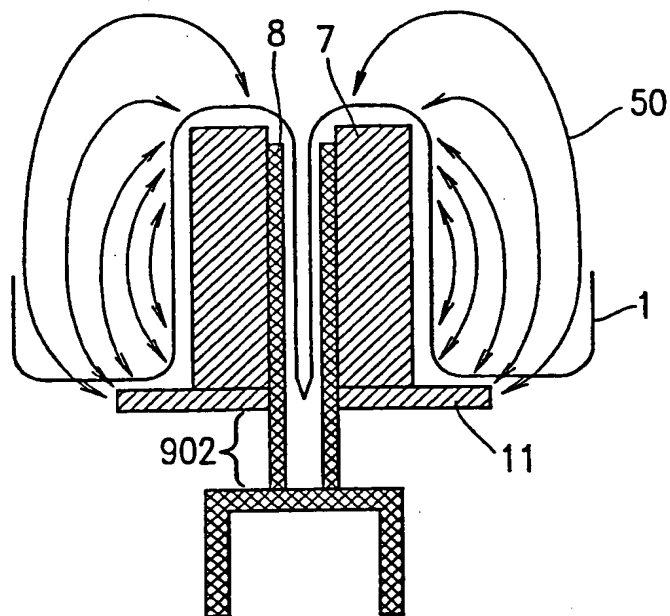


図 3C

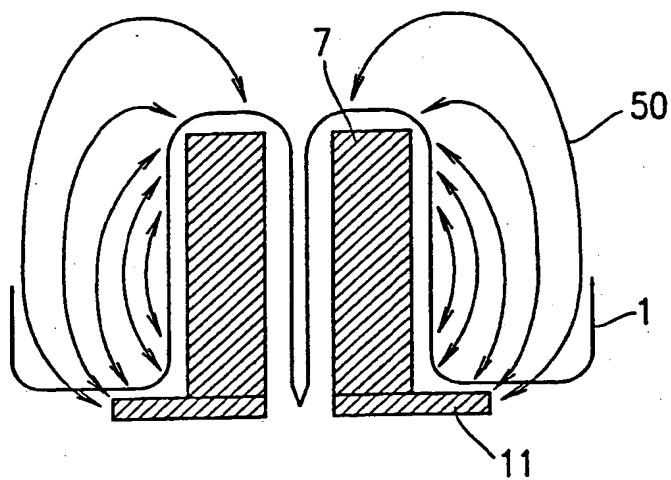


図 4

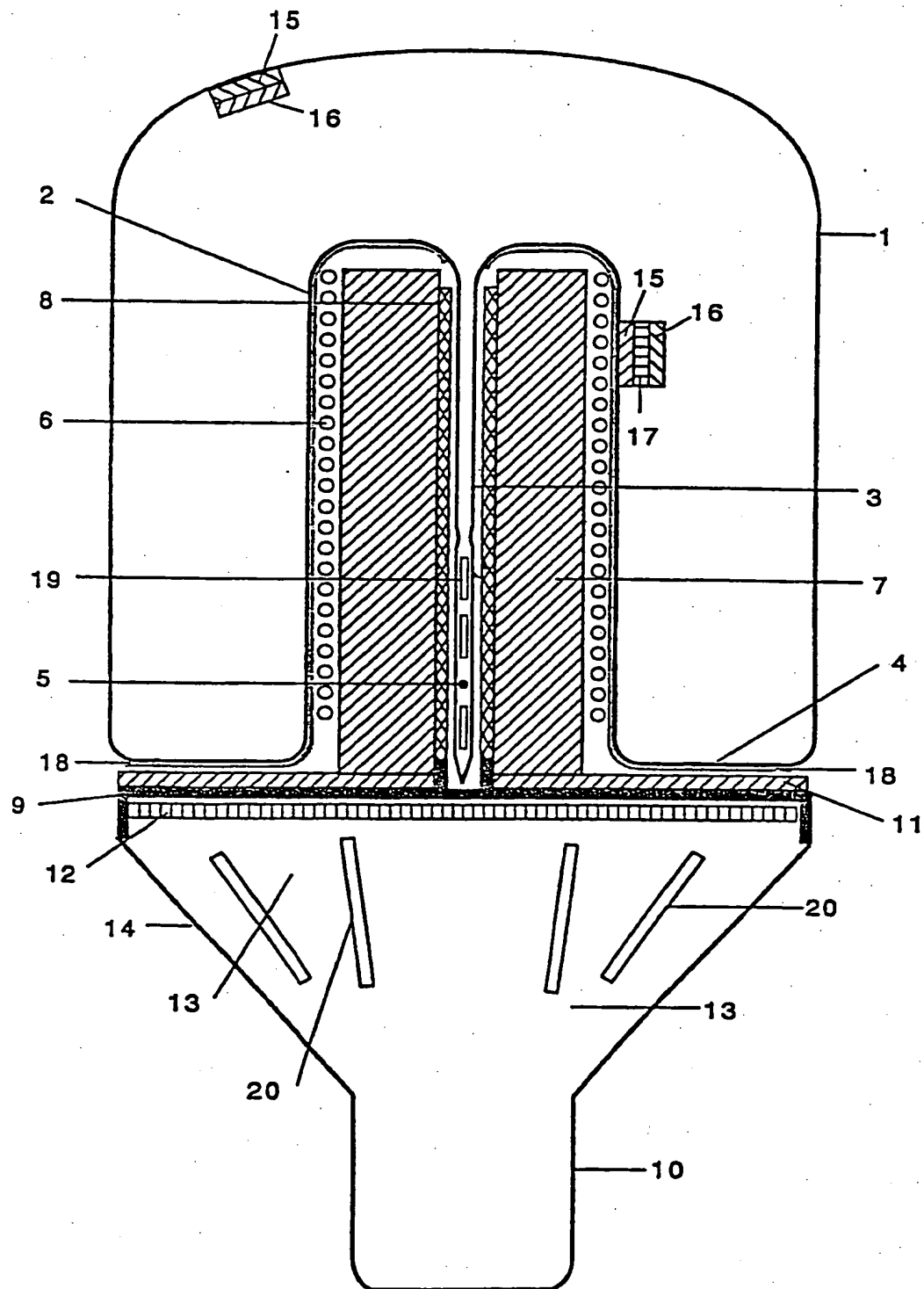
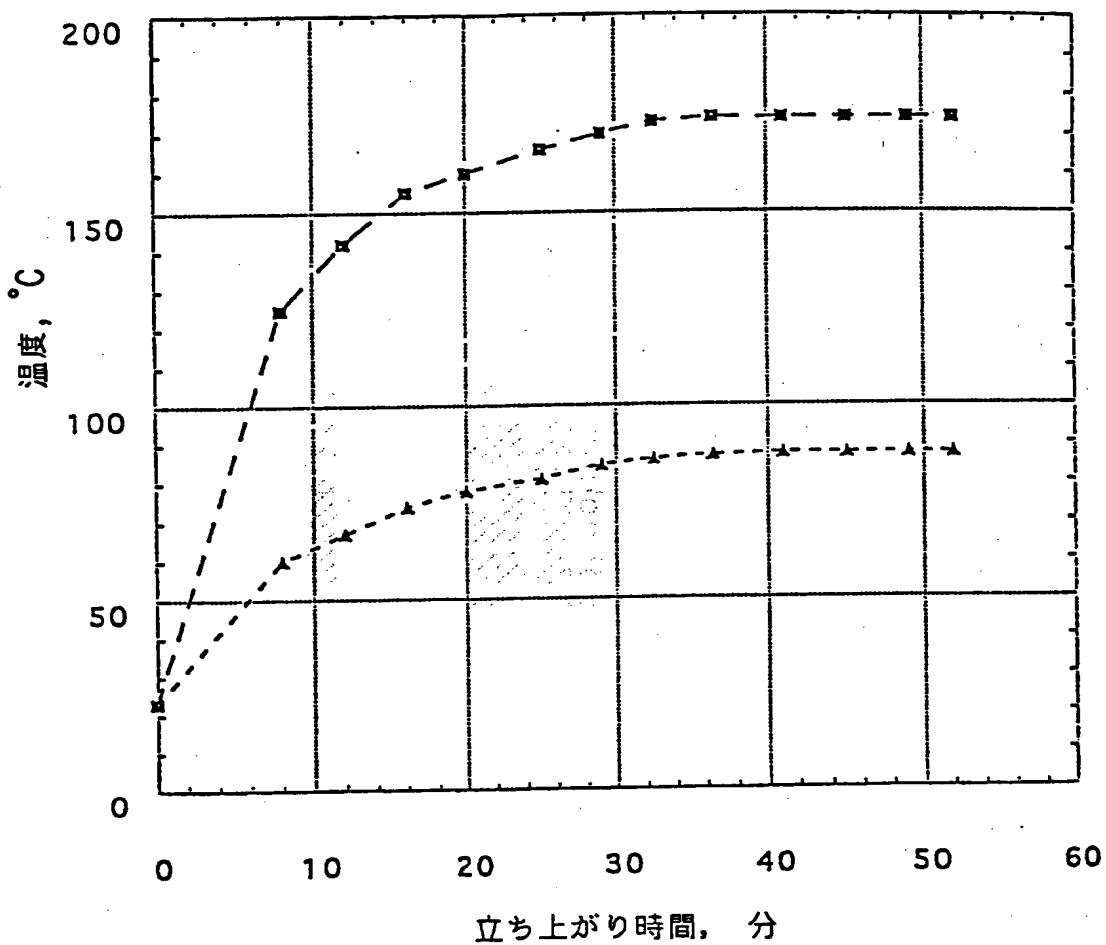


図5

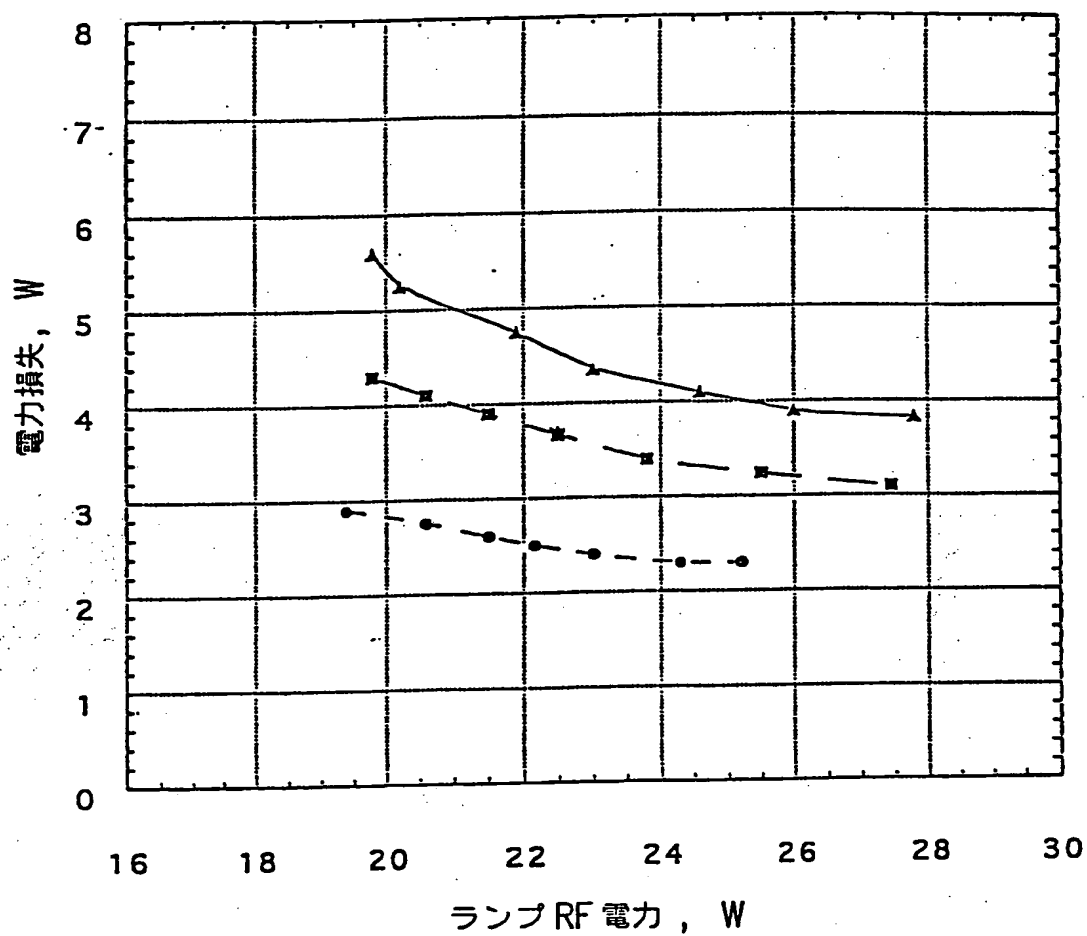
フェライトおよびベース温度 対 ランプ点灯後経過時間

 $f=95\text{kHz}$; $P=23\text{W}$ 

--△-- T_{base}
--□-- T_{ferr}

図 6

コイル/フェライト電力損失 対 ランプ電力



—▲— 101 kHz

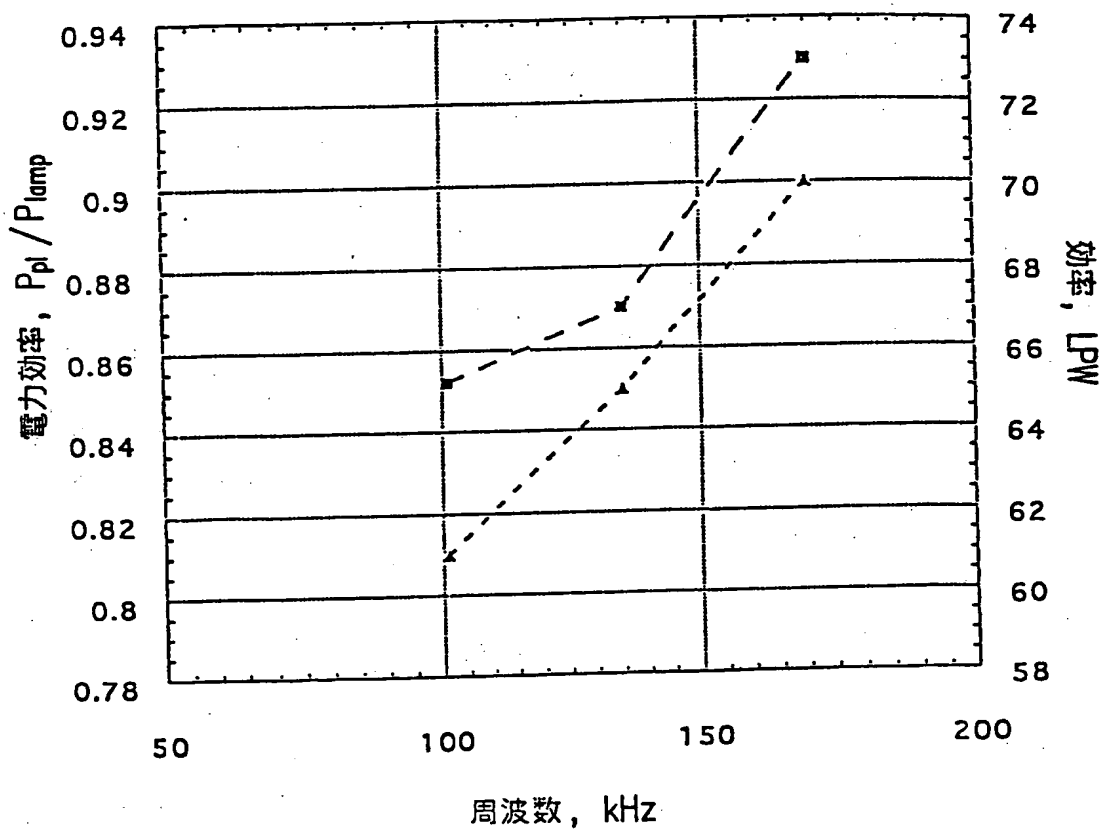
—■— 135 kHz

-●- 170 kHz

図7

ランプ電力効率および効率 対 駆動周波数

$$P_{\text{lamp}} = 23 \text{ W}$$

---△--- $P_{\text{pl}}/P_{\text{lamp}}$

---■--- LPW

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/07858

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ H01J65/04, H05B41/24

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ H01J65/04, H05B41/24

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1992-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2001
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2001 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP, 61-245461, A (NV Philips Gloeilampenfab.), 31 October, 1986 (31.10.86), Full text; all drawings & DE, 3519175, A & BE, 902643, A & GB, 2161982, A & NL, 8401878, A & FR, 2566177, A & US, 4661746, A	1-11, 18 15-17
X Y	JP, 58-57254, A (NV Philips Gloeilampenfab.), 05 April, 1983 (05.04.83), Full text; all drawings & EP, 74690, A & NL, 8104223, A & US, 4536675, A & DE, 3270644, A & CA, 1206515, A	1-11, 18 15-17
X Y	JP, 7-99042, A (Philips Electronics NV), 11 April, 1995 (11.04.95), Par. No. [0014]; Fig. 1 & EP, 625794, A1 & US, 6057649, A & DE, 69412174, A	1-11, 18 15-17
X Y	JP, 9-185955, A (General Electric Company), 15 July, 1997 (15.07.97),	12-14 15-17

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
25 January, 2001 (25.01.01)

Date of mailing of the international search report
06 February, 2001 (06.02.01)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/07858

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
	Full text; Fig. 1 & EP, 769805, A2 & CA, 2188079, A & US, 5767617, A	
X	JP, 10-112292, A (Hitachi, Ltd.), 28 April, 1998 (28.04.98), Full text; all drawings (Family: none)	10,11
X	JP, 53-46182, A (Tokyo Shibaura Denki K.K.), 25 April, 1978 (25.04.78), Full text; all drawings (Family: none)	12-14 15-17
Y		
X	JP, 53-34382, A (Tokyo Shibaura Denki K.K.), 30 March, 1978 (30.03.78), Full text; all drawings (Family: none)	12-14 15-17
Y		
A	JP, 11-86799, A (Osram Sylvania Inc.), 30 March, 1999 (30.03.99), Full text; Fig. 5 & EP, 890977, A1 & US, 5886472, A & HU, 9801547, A2 & CA, 2241499, A & KR, 99013744, A	12-14
A	JP, 9-312149, A (General Electric Company), 02 December, 1997 (02.12.97), Full text; all drawings & EP, 790640, A2 & CA, 2196351, A & US, 6097137, A & DE, 69703169, A	12-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/07858

Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

A heat conducting means in claims 1-9, 15-18 relates to the temperature rise prevention of a magnetic core; a restricting means in claims 10-11 relates to the conduction prevention of heat from a magnetic core; and a deforming means in claims 12-14 relates to an increase in magnetic flux. Since there is no technical relationship among those inventions involving one or more of the same or corresponding special technical features, those inventions are not considered to be so linked as form a single general inventive concept.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JPO0/07858

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01J65/04, H05B41/24

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01J65/04, H05B41/24

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1992-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2001年
日本国登録実用新案公報	1994-2001年
日本国実用新案登録公報	1996-2001年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	J P, 61-245461, A (エヌ・ペー・フィリップス・フルーイランベンファブリケン)	1-11, 18
Y	31. 10月. 1986 (31. 10. 86), 全文, 全図 & DE, 3519175, A & BE, 902643, A & GB, 2161982, A & NL, 8401878, A & FR, 2566177, A & US, 4661746, A	15-17
X	J P, 58-57254, A (エヌ・ペー・フィリップス・フルーイランベンファブリケン)	1-11, 18
Y	5. 4月. 1983 (05. 04. 83), 全文, 全図	15-17

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリ

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

25. 01. 01

国際調査報告の発送日

06.02.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
郵便番号 100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

渡戸 正義

2G

9023

電話番号 03-3581-1101 内線 3225

C (続き). 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
	& EP, 74690, A & NL, 8104223, A & US, 4536675, A & DE, 3270644, A & CA, 1206515, A	
X	JP, 7-99042, A	1-11,
Y	(フィリップス・エレクトロニクス・ネムローゼ・フェンノート シャップ) 11. 4月. 1995 (11. 04. 95) 段落番号【0014】, 第1図 & EP, 625794, A1 & US, 6057649, A & DE, 69412174, A	18 15-17
X	JP, 9-185955, A	12-14
Y	(ゼネラル・エレクトリック・カンパニー) 15. 7月. 1997 (15. 07. 97), 全文, 第1図 & EP, 769805, A2 & CA, 2188079, A & US, 5767617, A	15-17
X	JP, 10-112292, A (株式会社日立製作所) 28. 4月. 1998 (28. 04. 98), 全文, 全図 (ファミリーなし)	10, 11
X	JP, 53-46182, A (東京芝浦電気株式会社)	12-14
Y	25. 4月. 1978 (25. 04. 78), 全文, 全図 (ファミリーなし)	15-17
X	JP, 53-34382, A (東京芝浦電気株式会社)	12-14
Y	30. 3月. 1978 (30. 03. 78), 全文, 全図 (ファミリーなし)	15-17
A	JP, 11-86799, A (オスラム・シルヴェニア・インコーポレイテッド) 30. 3月. 1999 (30. 03. 99), 全文, 第5図 & EP, 890977, A1 & US, 5886472, A & HU, 9801547, A2 & CA, 2241499, A & KR, 99013744, A	12-14
A	JP, 9-312149, A (ゼネラル・エレクトリック・カンパニー) 2. 12月. 1997 (02. 12. 97), 全文, 全図 & EP, 790640, A2 & CA, 2196351, A & US, 6097137, A & DE, 69703169, A	12-14

第Ⅰ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. ☐ 請求の範囲 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅱ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

請求の範囲1-9, 15-18の熱伝導手段は磁心の温度上昇防止に関し、請求の範囲10-11の抑制手段は磁心からの熱の伝達防止に関し、請求の範囲12-14の変形手段は磁束の増加に関するものである。これらの発明は、一又は二以上の同一又は対応する特別な技術的特徴を含む技術的な関係にないから、単一の一般的発明概念を形成するように関連しているものとは認められない。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。